

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-119098

(43)Date of publication of application : 30.04.1999

(51)Int.Cl.

G02B 15/20

G02B 13/18

(21)Application number : 09-280055

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 14.10.1997

(72)Inventor : YAMANASHI TAKANORI

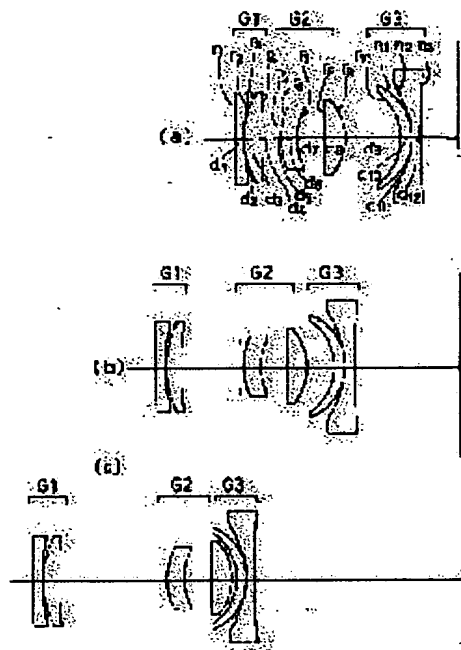
(54) SMALL-SIZED ZOOM LENS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To accomplish drastic miniaturization for a zoom lens and to obtain a high performance by constituting the lens of three groups, each of which has a positive refractive power, a positive one and a negative one, respectively, from an object side, moving each group to the object side in the case of varying the power from a wide angle end to a telephoto end, and also, satisfying specified conditions.

SOLUTION: The lens is constituted of the 1st to 3rd lens groups G1 to G3 having the positive refractive power, the positive one and the negative one, respectively from the object side in order, and in the case of varying the power from the wide angle end to the telephoto end, each lens group G1 to G3 is moved to the object side by taking the wide angle end as a reference. The 1st group G1 is constituted of negative and positive lenses, each of which has a convex face on the object side, the 2nd group G2 is constituted of a 1st lens which has a convex face on the object side and a 2nd positive lens which has a face of curvature on the image side, and the 3rd lens group G3 is

constituted of a positive lens having a convex face on the image side and a negative lens having a face of curvature on the object side. Each lens group G1 to G3 is provided with at least one aspherical surface, and satisfies the following inequalities; $0.1 < \phi_1 / \phi; W < 0.6$ and $1.3 < m_3 T / m_3 W < 4W$. Provided that the synthetic refractive power of the 1st group G1 at the wide angle end is expressed by ϕ_1 , the refractive power of the whole system is expressed by $\phi; W$, the horizontal magnification of the 3rd group G3 at the wide angle end is expressed by $m_3 W$ and the horizontal magnification at the telephoto end is expressed by $m_3 T$.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

25.11.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is based on a wide angle edge, in case it consists of the 1st group of right refractive power, the 2nd group of right refractive power, and the 3rd group of negative refractive power and variable power is carried out to a tele edge from a wide angle edge in order [side / body]. Each group moves to a body side and the 1st group consists of the negative meniscus lenses and positive lenses which turned the convex to the body side. the 2nd group It consists of the 1st lens of the meniscus configuration where the convex was turned to the body side, and the 2nd lens with the field of curvature strong against an image side of a positive lens. the 3rd group The small zoom lens characterized by having the aspheric surface of the 1st [at least] page in each lens group, and fulfilling the following conditions while consisting of a positive meniscus lens which turned the convex to the image side, and a negative lens with the field of curvature strong against a body side.

$$0.1 < \phi_1 / \phi_W < 0.6 \dots (1)$$

$$1.3 < m_3 T / m_3 W < 4 \dots (2)$$

However, ϕ_1 The synthetic refractive power of the 1st group of a wide angle edge, and ϕ_W As for the refractive power of the whole system of a wide angle edge, and $m_3 W$, the lateral magnification of the 3rd group in a wide angle edge and $m_3 T$ are the lateral magnification of the 3rd group of a tele edge.

[Claim 2] In case it consists of the 1st group of right refractive power, the 2nd group of right refractive power, and the 3rd group of negative refractive power and variable power is carried out to a tele edge from a wide angle edge in order [side / body], each group moves to a body side. the 1st group It consists of the positive lenses and negative lenses which turned the convex to the body side. the 2nd group It consists of an aperture diaphragm, the 1st lens of the meniscus configuration where the convex was turned to the body side, and the 2nd lens of the positive lens which turned the convex of curvature strong against an image side. the 3rd group The small zoom lens characterized by having the aspheric surface of the 1st [at least] page in each lens group, and fulfilling the following conditions while consisting of a positive meniscus lens which turned the convex to the image side, and a negative lens with the field of curvature strong against a body side.

$$0.1 < \phi_1 / \phi_W < 0.6 \dots (1)$$

$$1.3 < m_3 T / m_3 W < 4 \dots (2)$$

However, ϕ_1 The synthetic refractive power of the 1st group of a wide angle edge, and ϕ_W As for the refractive power of the whole system of a wide angle edge, and $m_3 W$, the lateral magnification of the 3rd group in a wide angle edge and $m_3 T$ are the lateral magnification of the 3rd group of a tele edge.

[Claim 3] The small zoom lens according to claim 1 or 2 characterized by the 1st lens of the 2nd group of the above consisting of negative meniscus lenses.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-119098

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月30日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 2 B 15/20

G 0 2 B 15/20

13/18

13/18

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願平9-280055

(22) 出願日 平成9年(1997)10月14日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 山梨隆則

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号オリン

パス光学工業株式会社内

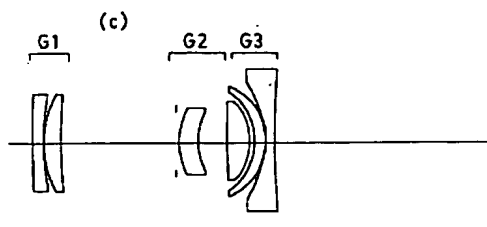
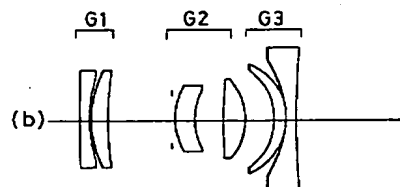
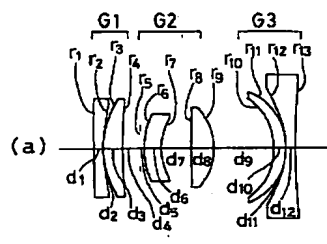
(74) 代理人 弁理士 荏澤 弘 (外7名)

(54) 【発明の名称】 小型のズームレンズ

(57) 【要約】

【課題】 望遠側の球面収差補正、周辺光量の増加に伴う収差劣化に対応して、特にレンズ構成枚数の削減とレンズ系の小型化を達成する。

【解決手段】 正屈折力の第1群G1、正屈折力の第2群G2、負屈折力の第3群G3にて構成され、広角端から望遠端に変倍する際に、各群が物体側に移動し、第1群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと正レンズとで構成され、第2群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと像側に強い曲率の面を持つ正レンズとで構成され、第3群G3は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に強い曲率の面を持つ負レンズとで構成されると共に、各レンズ群に少なくとも1面の非球面を有し、レンズ全長を決定づける関係式と、第3群の近軸横倍率による変倍比に関する条件式を満たす。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に、正屈折力の第1群、正屈折力の第2群、及び、負屈折力の第3群にて構成され、広角端から望遠端に変倍する際に、広角端を基準として、各群が物体側に移動し、第1群は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと正レンズとで構成され、第2群は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第1

$$0.1 < \phi_1 / \phi_w < 0.6$$

$$1.3 < m_{3T} / m_{3W} < 4$$

ただし、 ϕ_1 は広角端の第1群の合成屈折力、 ϕ_w は広角端の全系の屈折力、 m_{3W} は広角端での第3群の横倍率、 m_{3T} は望遠端の第3群の横倍率である。

【請求項2】 物体側より順に、正屈折力の第1群、正屈折力の第2群、及び、負屈折力の第3群にて構成され、広角端から望遠端に変倍する際に、各群が物体側に移動し、第1群は、物体側に凸面を向けた正レンズと負

$$0.1 < \phi_1 / \phi_w < 0.6$$

$$1.3 < m_{3T} / m_{3W} < 4$$

ただし、 ϕ_1 は広角端の第1群の合成屈折力、 ϕ_w は広角端の全系の屈折力、 m_{3W} は広角端での第3群の横倍率、 m_{3T} は望遠端の第3群の横倍率である。

【請求項3】 前記第2群の第1レンズが負のメニスカスレンズにて構成されたことを特徴とする請求項1又は2記載の小型のズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、小型のズームレンズに関し、特に、従来のコンパクトカメラや電子映像機器の光学系に応用される小型のズームレンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 後記する本発明のズームレンズの基本形は、本出願人による特公平8-3580号のものであるが、小口径比化及び非球面の使用によるハイブリッド構成として全長を短縮する方法はすでに提案されている。例えば、特開平4-260016号、特開平4-362910号、特開平5-113539号、特開平5-188296号、特開平6-67093号、特開平8-101341号、特開平8-262325号のものがある。これらは、各群で色消しとなるレンズ構成をとり、レンズ構成枚数の削減による性能劣化に対して非球面を使用して性能を引き上げるという考えが盛り込まれた提案である。しかし、何れも開放絞り径が最大となる望遠端で

$$0.1 < \phi_1 / \phi_w < 0.6$$

$$1.3 < m_{3T} / m_{3W} < 4$$

ただし、 ϕ_1 は広角端の第1群の合成屈折力、 ϕ_w は広角端の全系の屈折力、 m_{3W} は広角端での第3群の横倍率、 m_{3T} は望遠端の第3群の横倍率である。

【0005】 本発明のもう1つの小型のズームレンズは、物体側より順に、正屈折力の第1群、正屈折力の第

レンズと像側に強い曲率の面を持つ正レンズの第2レンズとで構成され、第3群は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に強い曲率の面を持つ負レンズとで構成されると共に、各レンズ群に少なくとも1面の非球面を有し、以下の条件を満たすことを特徴とする小型のズームレンズ。

$$\dots (1)$$

$$\dots (2)$$

レンズとで構成され、第2群は、開口絞りと物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第1レンズと像側に強い曲率の凸面を向けた正レンズの第2レンズとで構成され、第3群は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に強い曲率の面を持つ負レンズとで構成されると共に、各レンズ群に少なくとも1面の非球面を有し、以下の条件を満たすことを特徴とする小型のズームレンズ。

$$\dots (1)$$

$$\dots (2)$$

口径比が1:8から1:10程度という結果しか得られていない。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は従来技術のこのような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、大口径比化で問題となる望遠側の球面収差補正、口径比が大きくなることにより必要となる周辺光量の増加に伴う収差劣化に対応して、特にレンズ構成枚数の削減とレンズ系の小型化を達成したズームレンズを提供することである。

【0004】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成する本発明の小型のズームレンズは、物体側より順に、正屈折力の第1群、正屈折力の第2群、及び、負屈折力の第3群にて構成され、広角端から望遠端に変倍する際に、広角端を基準として、各群が物体側に移動し、第1群は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと正レンズとで構成され、第2群は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第1レンズと像側に強い曲率の面を持つ正レンズの第2レンズとで構成され、第3群は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に強い曲率の面を持つ負レンズとで構成されると共に、各レンズ群に少なくとも1面の非球面を有し、以下の条件を満たすことを特徴とするものである。

$$\dots (1)$$

$$\dots (2)$$

2群、及び、負屈折力の第3群にて構成され、広角端から望遠端に変倍する際に、各群が物体側に移動し、第1群は、物体側に凸面を向けた正レンズと負レンズとで構成され、第2群は、開口絞りと物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第1レンズと像側に強い曲率の凸面を向

けた正レンズの第2レンズとで構成され、第3群は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に強い曲率の面を持つ負レンズとで構成されると共に、各レンズ

$$0.1 < \phi_1 / \phi_v < 0.6$$

$$1.3 < m_{3T} / m_{3V} < 4$$

ただし、 ϕ_1 は広角端の第1群の合成屈折力、 ϕ_v は広角端の全系の屈折力、 m_{3V} は広角端での第3群の横倍率、 m_{3T} は望遠端の第3群の横倍率である。

【0006】これらの場合、第2群の第1レンズが負のすことが望ましい。

$$v_d > 60$$

ただし、 v_d は第2群の第2レンズの媒質のアッペ数である。

【0007】以下、本発明において上記構成をとる理由と作用を説明する。近年におけるコンパクトカメラ用ズームレンズは、一眼レフレックスカメラ用に比べると、大幅に望遠側口径比を小さくしている。すなわち、レンズ構成枚数削減を小型軽量化によって実現している。

【0008】本発明では、従来の球面だけによるレンズ系との性能比較を試み、小型化を実現しても性能をできるだけ維持するという狙いを持っている。すなわち、口径比を本出願人による基本形で示した口径比並にしている。このためには、レンズ構成と非球面の効果的な使用によって実現することを意図した。また、ズームレンズタイプは、本出願人による特公平8-3580号に示すように、3群ズームレンズであり、以下のようなものである。また、レンズ構成は、構成枚数自体の削減とレンズ系の小型化を意図したものである。

【0009】すなわち、物体側より順に、正屈折力の第1群、正屈折力の第2群及び負屈折力の第3群にて構成し、広角端から望遠端に変倍する際に、広角端を基準として、各群が物体側に移動するズームレンズタイプである。

【0010】このパワー配置で構成すると、広角端でレ

$$0.1 < \phi_1 / \phi_v < 0.6$$

$$1.3 < m_{3T} / m_{3V} < 4$$

条件式(1)は、小型化を意図する場合にレンズ全長を決定づける関係式であり、第1レンズ群の屈折力に関する。条件式(1)で上限値の0.6を越えると、小型化には適するが、収差補正をする上では広角端の周辺性能の低下、色収差の劣化、像面湾曲の増大につながり望ましくない。下限値の0.1を越えると、収差補正面では良いが、全長が大きくなるので本発明の主旨には合わないこととなる。

【0013】条件式(2)は、第3レンズ群の近軸横倍率による変倍比を意味しており、上限の4を越えると、構成が困難となる。また、下限の1.3を越えると、変倍範囲が狭まり、このタイプのズームレンズで構成する利点なくなる。

【0014】次に、レンズ構成について述べる。第1群

群に少なくとも1面の非球面を有し、以下の条件を満たすことを特徴とするものである。

$$\dots (1)$$

$$\dots (2)$$

メニスカスレンズにて構成されていることが望ましい。また、第2群の第1レンズの物体側面に非球面を使用することが望ましい。また、第2群の第2レンズの媒質のアッペ数が以下の条件を満たす

$$\dots (3)$$

レンズ全長を非常に短くすることが可能である。また、このズームレンズの特徴は、第3群の移動による変倍比に依存してレンズ系で大きな変倍比を達成することができることである。この点において、物体側より順に正の第1群と負の第2群からなる2群ズームレンズと比べ、高い性能ポテンシャルを内在しているということが明らかになっている。また、レンズ構成枚数を減らすことで、広角端の全長が短縮されるが、非球面の効果的な使用、あるいは、色収差補正効果が可能なラジアル型のGRINレンズを使用するという方法がある。

【0011】レンズ全長の短縮においては、ズームレンズである限り、変倍時の変動を極力抑えるためには各群での色収差補正が必要であり、単体レンズで構成するならば、低分散ガラスやラジアル型GRINレンズを使用することが要求される。本発明では、レンズ構成の簡素化により変化する収差補正能力を、レンズ系の構成を最適化すること、及び、非球面の効果的使用によって補償することを実現している。この場合のズームレンズの近軸構成は、以下の関係式によると、大きな効果が期待できる。すなわち、第1群の屈折力と第3群の変倍部における関係が、(1)式、(2)式を満たす。

【0012】

$$\dots (1)$$

$$\dots (2)$$

は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと正レンズとで構成し、第2群は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと像側に強い曲率の面を持つ正レンズとで構成し、第3群は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に強い曲率の面を持つ負レンズとで構成すると共に、各レンズ群に少なくとも1面の非球面を使用する。

【0015】第1群を物体側から負レンズと正レンズで構成すると、バックフォーカス維持のために光軸上で全長が短くても、第1レンズの負レンズは、物体側に凹面を向ける形状になりやすい。本発明では、レンズ全長の縮小のためにも第1レンズの負レンズは物体側に比較的小さな曲率の凸面を向けた負メニスカスレンズにて構成する。また、正レンズは、球面収差補正のために物体側

に強い曲率の正レンズを配置する。また、第2群は、物体側に凸面を向けたパワーが比較的小さい負メニスカスレンズと、幾分広い軸上間隔を隔てて像側に強い曲率を持つ正レンズを配置する。この構成により負レンズと正レンズの間で極端に大きな高次収差が発生することを防いでいる。

【0016】第2レンズ群における非球面の使用では、第1レンズの前面と第2レンズの像側面における使用が効果大きい。前者は、歪曲収差補正に関係するが、広角端の非点収差に効果大きい。また、後者は、コマ収差補正に大きな効果が期待できる。これ以外の面においては、球面収差補正が大きいということが出来る。大口系比化する場合には必要な技術である。

【0017】第3群は、正メニスカスレンズと負レンズで構成する。第3群の構成は広角端の収差補正に深く関係しており、像面の平坦化をする上では、非球面の使用

$$v_d > 60$$

ただし、 v_d は第2群の第2レンズの媒質のアッペ数である。

【0021】できれば、異常分散性を持つ硝子が望ましい。これは、第2群の第1レンズのパワーが小さくなるために、第2レンズが単独で色収差補正されていることが要求されるからである。

【0022】また、別の構成として、第1群の構成が、物体側に凸面を向けた正レンズと負レンズとで構成し、第2群は、開口絞りと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと像側に強い曲率の凸面を向けた正レンズとで構成し、第3群は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に強い曲率の面を持つ負レンズとで構成すると共に、各レンズ群に少なくとも1面の非球面を使用するズームレンズが成立する。色消し条件を鑑みた場合に、第1群のこの構成でレンズ系を構成することが可能である。

【0023】特に、第1群の負レンズを物体側に配置し、続いて正レンズを配置する場合は、基本系として公知であるが、第1レンズである負レンズが比較的に小さなパワーを持ち、物体側に凹面を向けることが少なくない。この場合には、光軸上距離による全長が短くとも、実際の全長はレンズ外径によって決まっている事実がある。このことは、正・負の2群ズームレンズの物体側に配置された負レンズでも同様の形状となりやすい。これを避けるためには、第1群の構成で正レンズを物体側に配置すればよい。

【0024】すなわち、物体側より順に、正屈折力の第1群、正屈折力の第2群、及び、負屈折力の第3群にて構成され、広角端から望遠端に変倍する際に、各群が物体側に移動し、第1群は、物体側に凸面を向けた正レンズと負レンズとで構成され、第2群は、開口絞りと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと像側に強い曲率の凸面を向けた正レンズとで構成され、第3群は、像側

が最も効果的な部位である。また、非球面の使用については、特に第2レンズ群の第1面は、非点収差の補正に関わっており、高次の収差を発生し、うねり形状になることがあるが、像面湾曲補正に効果が大きい。

【0018】また、第1レンズ群は、外形が大きく軸外収差の安定した補正には不可欠であり、第1群内の非球面のレンズ使用面による著しい効果の違いは得られないので、製造面の配慮をして使用部位を決めるとよい。ただし、空気レンズがある場合に、この面では高次収差発生面となるために、別の面に使用すると収差補正の自由度が高くなるということがいえる。

【0019】さらに、第2群の第1レンズのパワーが小さくなる関係で、第2レンズの使用硝材には、分散の小さい以下の条件を満たすことが望ましい。

【0020】

... (3)

に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に強い曲率の面を持つ負レンズとで構成されると共に、各レンズ群に少なくとも1面の非球面を有することを特徴とする。条件式に関しては、前記と同様の関係がある。

【0025】なお、本発明の第1群～第3群を構成する各レンズは、単レンズ及び接合レンズを含む概念であるが、レンズ系全体のコンパクト化をより求めるならば、以下に示すような全て単レンズにて構成することが望ましい。すなわち、上記各群がそれぞれ2枚のレンズのみから構成され、レンズ構成を3群6枚とすることによって広角端でのレンズ全長のコンパクト化を図ることができる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下に、本発明のズームレンズの実施例1～7について説明する。図1～図6にそれぞれ実施例1～4、6、7の広角端(a)、中間焦点距離(b)、望遠端(c)での光軸を含むレンズ断面図を示す。実施例5については図4と同様であるので図示は省く。各実施例の数値データは後記する。

【0027】実施例1のズームレンズの断面図を図1に示すが、この実施例は、焦点距離38.9～102.

5、Fナンバー4.5～5.6のズームレンズであり、望遠端の口径比はこれまでの提案に比べて大きく5.6であり、かつ、レンズ構成が6枚である。

【0028】このズームレンズの第1群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなり、第2群G2は、開口絞り、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、像側の面の曲率がより強い両凸レンズからなり、第3群G3は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、物体側の面の曲率がより強い両凹レンズからなる。

【0029】この構成で光学性能を安定させるために、第1群G1の第2レンズ(正メニスカスレンズ)の前

面、第2群G2の第1レンズ（負メニスカスレンズ）の前面、第2レンズ（両凸レンズ）の両面、第3群G3の第1レンズ（正メニスカスレンズ）の前面、第2レンズ（両凹レンズ）の前面に非球面を使用している。この構成では、第2群G2の負メニスカスレンズの第1面に使用する非球面の効果で広角域の非点収差の補正に効果を発揮するが、後記の収差図の非点収差に見られるように、広角側でうねりを示す収差形状となることがある。また、第3群G3では、正メニスカスレンズに非球面を使用することで広角域の像面湾曲の補正に効果がある。図1にレンズ断面図を示すように、このズームレンズは非常に簡単な構成である。レンズ外径は口径比に依存している。また、開口絞りは、第2群G2の物体側に配置してある。このレンズ構成では、第2群G2の像側に開口絞りを配置するのは望ましくない。この実施例の収差図を図7に示す。図中、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離、(c)は望遠端について軸上球面収差SA、非点収差AS、歪曲収差DTを示している（以下、同様）。これから、広角端から望遠端まで安定した性能が得られていることが分かる。また、歪曲収差は非常に小さいことが分かる。

【0030】実施例2のズームレンズの断面図を図2に示すが、この実施例は、焦点距離38.9~102.5、Fナンバー4.5~5.7のズームレンズであり、レンズ構成が6枚である。

【0031】このズームレンズの第1群G1は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなり、第2群G2は、開口絞りと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、像側の面の曲率がより強い両凸レンズからなり、第3群G3は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、物体側の面の曲率がより強い像側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなる。

【0032】この構成でさらに光学性能を高めるために、第1群G1に1面の非球面を追加している。すなわち、第1群G1の第1レンズ（正メニスカスレンズ）の前面、第2レンズ（負メニスカスレンズ）の前面、第2群G2の第1レンズ（負メニスカスレンズ）の前面、第2レンズ（両凸レンズ）の両面、第3群G3の第1レンズ（正メニスカスレンズ）の前面、第2レンズ（負メニスカスレンズ）の前面に非球面を使用している。

【0033】この構成では、第1群G1の物体側に正レンズが配置されている。また、第3群G3では、正メニスカスレンズと負メニスカスレンズ面に非球面を使用することで広角域の像面湾曲の補正に効果を出している。図2にレンズ断面図を示すように、このズームレンズでは第2群G2の2つのレンズ間の間隔が狭まっている。図8に収差図を示すように、軸上色収差を含む収差量は、実施例1より小さくなっていることが分かる。

【0034】実施例3のズームレンズの断面図を図3に

示すが、この実施例は、焦点距離38.9~102.5、Fナンバー4.5~5.51のズームレンズであり、レンズ構成が6枚である。

【0035】このズームレンズの第1群G1は、物体側の面の曲率がより強い両凸レンズと、像側の面の曲率がより強い両凹レンズからなり、第2群G2は、開口絞りと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、像側の面の曲率がより強い像側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなり、第3群G3は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、物体側の面の曲率がより強い両凹レンズからなる。

【0036】この構成では、第1群G1の第1レンズ（両凸レンズ）の前面、第2レンズ（両凹レンズ）の後面、第2群G2の第1レンズ（負メニスカスレンズ）の前面、第2レンズ（正メニスカスレンズ）の両面、第3群G3の第1レンズ（正メニスカスレンズ）の前面、第2レンズ（両凹レンズ）の前面に非球面を使用している。

【0037】この実施例は、実施例2とは異なる収差バランスを施した例である。特に硝子の使用方法を変えたために、望遠端の球面収差の形状が変化していることが図9の収差図から分かる。

【0038】実施例4のズームレンズの断面図を図4に示すが、この実施例は、焦点距離38.9~132.55、Fナンバー4.45~8.01のズームレンズであり、レンズ構成が6枚である。

【0039】このズームレンズの第1群G1は、両凸レンズと、両凹レンズからなり、第2群G2は、開口絞りと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、像側の面の曲率がより強い両凸レンズからなり、第3群G3は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、物体側の面の曲率がより強い両凹レンズからなる。

【0040】この構成では、第1群G1の第1レンズ（両凸レンズ）の前面、第2レンズ（両凹レンズ）の後面、第2群G2の第1レンズ（負メニスカスレンズ）の前面、第2レンズ（両凸レンズ）の両面、第3群G3の第1レンズ（正メニスカスレンズ）の前面、第2レンズ（両凹レンズ）の前面に非球面を使用している。

【0041】この実施例の変倍比は以上の実施例に比べて大きくなっている。この構成で光学性能を高めるために、実施例2の構成で、第1群G1の2面の非球面の効果を大きくしている。これは次の実施例5についても同様であり、高変倍比に対応するためには必要な手段である。収差図を図10に示すように、安定した性能が得られている。

【0042】実施例5のズームレンズの断面図は図4と同様であり、この実施例は、焦点距離38.9~176.2、Fナンバー4.45~10.66のズームレンズであり、レンズ構成が6枚である。

【0043】このズームレンズの第1群G1は、両凸レ

レンズと、両凹レンズからなり、第2群G2は、開口絞り
と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、像側
の面の曲率がより強い両凸レンズからなり、第3群G3
は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、物体側
の面の曲率がより強い両凹レンズからなる。

【0044】この構成では、第1群G1の第1レンズ
(両凸レンズ)の前面、第2レンズ(両凹レンズ)の後
面、第2群G2の第1レンズ(負メニスカスレンズ)の
前面、第2レンズ(両凸レンズ)の両面、第3群G3の
第1レンズ(正メニスカスレンズ)の前面、第2レンズ
(両凹レンズ)の前面に非球面を使用している。

【0045】この実施例の変倍比は以上の実施例に比べ
て大きい。実施例4よりも変倍比を上げ、簡単な構成で
ありながら準広角から望遠までを包括する。望遠端の焦
点距離を考えると、1:10.66の口径比であり、大
口径であるといえる。この実施例の第1群G1の第1面
の非球面の作用は大きい。収差図を図11に示す。

【0046】実施例6のズームレンズの断面図を図5に
示すが、この実施例は、焦点距離35.77~68.
5、Fナンバー2.88~4.52のズームレンズであ
り、レンズ構成が6枚である。

【0047】このズームレンズの第1群G1は、物体側
に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を
向けた正メニスカスレンズからなり、第2群G2は、開
口絞りと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ
と、像側の面の曲率がより強い像側に凸面を向けた正メ
ニスカスレンズからなり、第3群G3は、像側に凸面を
向けた正メニスカスレンズと、物体側の面の曲率がより
強い両凹レンズからなる。

【0048】この構成では、第1群G1の第1レンズ
(負メニスカスレンズ)の後面、第2群G2の第1レン
ズ(負メニスカスレンズ)の前面、第2レンズ(正メ
ニスカスレンズ)の前面、第3群G3の第1レンズ(正メ
ニスカスレンズ)の両面、第2レンズ(両凹レンズ)の
前面に非球面を使用している。

【0049】この実施例の変倍比は以上の実施例に比べ
て小さいが、口径比を大きくしている。この構成で、一
眼レフレックスカメラ並みの口径比を実現することがで
きている。構成は実施例1と同様であり、収差図を図1
2に示すように、糸巻き型の歪曲収差が発生するもの

実施例1

f	= 38.90 ~ 63.00 ~ 102.50		
F_{No}	= 4.49 ~ 4.84 ~ 5.51		
ω	= 29.08° ~ 18.96° ~ 11.92°		
f_B	= 8.2513 ~ 24.2310 ~ 46.3388		
r_1	= 517.77500	d_1	= 2.000000 n_{d1} = 1.69895 v_{d1} = 30.1
r_2	= 40.62427	d_2	= 0.120000
r_3	= 21.35513 (非球面)	d_3	= 3.600000 n_{d2} = 1.77250 v_{d2} = 49.6
r_4	= 84.25217	d_4	= (可変)
r_5	= ∞ (絞り)	d_5	= 0.700000

の、高い結像性能が期待できる収差である。これによ
っても、変倍比と口径比がトレードオフの関係にあるこ
とが分かる。

【0050】実施例7のズームレンズの断面図を図6に
示すが、この実施例は、焦点距離29.2~48.5、
Fナンバー3.4~4.85のズームレンズであり、レ
ンズ構成が6枚である。

【0051】このズームレンズの第1群G1は、物体側
に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を
向けた正メニスカスレンズからなり、第2群G2は、開
口絞りと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ
と、像側の面の曲率がより強い像側に凸面を向けた正メ
ニスカスレンズからなり、第3群G3は、像側に凸面を
向けた正メニスカスレンズと、物体側の面の曲率がより
強い両凹レンズからなる。

【0052】この構成では、第1群G1の第1レンズ
(負メニスカスレンズ)の後面、第2群G2の第2レン
ズ(正メニスカスレンズ)の前面、第3群G3の第1レ
ンズ(正メニスカスレンズ)の前面、第2レンズ(両凹
レンズ)の前面に非球面を使用している。

【0053】この実施例の変倍比は以上の実施例に比べ
て小さいが、広角化して、かつ、口径比を大きくしてい
る。レンズ構成は実施例6と同様であるが、非球面の使
用面数を減らしている。収差図を図13に示すように、
非点収差の像面の隔差が現れている。

【0054】以下に、上記各実施例の数値データを示す
が、記号は上記の外、 f は全系焦点距離、 F_{No} はFナン
バー、 ω は半面角、 f_B はバックフォーカス、 r_1 、
 $r_2 \dots$ は各レンズ面の曲率半径、 d_1 、 $d_2 \dots$ は各レン
ズ面間の間隔、 n_{d1} 、 $n_{d2} \dots$ は各レンズのd線の屈折
率、 v_{d1} 、 $v_{d2} \dots$ は各レンズのアッベ数である。なお、
非球面形状は、 x を光の進行方向を正とした光軸とし、
 y を光軸と直行する方向にとると、下記の式にて表され
る。

$$x = (y^2/r) / [1 + \{1 - (K+1)(y/r)^2\}^{1/2}] + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10}$$

ただし、 r は近軸曲率半径、 K は円錐係数、 A_4 、 A_6 、
 A_8 、 A_{10} はそれぞれ4次、6次、8次、10次の非球面
係数である。

【0055】

$r_6 = 16.62891$ (非球面) $d_6 = 3.708279$ $n_{d3} = 1.84666$ $\nu_{d3} = 23.8$
 $r_7 = 13.14871$ $d_7 = 5.949181$
 $r_8 = 108.03346$ (非球面) $d_8 = 4.831743$ $n_{d4} = 1.49700$ $\nu_{d4} = 81.6$
 $r_9 = -13.36230$ (非球面) $d_9 = (\text{可変})$
 $r_{10} = -17.31597$ (非球面) $d_{10} = 2.430000$ $n_{d5} = 1.84666$ $\nu_{d5} = 23.8$
 $r_{11} = -13.15695$ $d_{11} = 0.250000$
 $r_{12} = -14.38951$ (非球面) $d_{12} = 1.650000$ $n_{d6} = 1.77250$ $\nu_{d6} = 49.6$
 $r_{13} = 188.86532$

ズーム間隔

f	38.90	63.00	102.50
d_4	3.6900	13.1097	23.3737
d_9	11.9258	5.6325	0.7770

非球面係数

第 3 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.567940 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = -0.173165 \times 10^{-7}$$

$$A_8 = 0.629539 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = -0.326441 \times 10^{-12}$$

第 6 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.206075 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.556584 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 0.109802 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = -0.146408 \times 10^{-9}$$

第 8 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.376837 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 0.238314 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -0.105290 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 0.825390 \times 10^{-10}$$

第 9 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.120140 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = 0.608314 \times 10^{-7}$$

$$A_8 = -0.641437 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0$$

第 10 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.474221 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.121512 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 0.914992 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -0.425789 \times 10^{-10}$$

第 12 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.652495 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 0.101071 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -0.712984 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0.206774 \times 10^{-10}$$

【0056】

実施例2

$$f = 38.90 \sim 63.00 \sim 102.49$$

$$F_{No} = 4.50 \sim 4.85 \sim 5.70$$

$$\omega = 29.07^\circ \sim 18.95^\circ \sim 11.92^\circ$$

$$f_B = 8.1406 \sim 25.2729 \sim 52.2006$$

$$r_1 = 18.49857 \text{ (非球面)} \quad d_1 = 3.000000 \quad n_{d1} = 1.60342 \quad \nu_{d1} = 38.0$$

$$r_2 = 62.51333 \quad d_2 = 0.120000$$

$$r_3 = 44.69607 \text{ (非球面)} \quad d_3 = 1.850000 \quad n_{d2} = 1.84666 \quad \nu_{d2} = 23.8$$

$$r_4 = 22.99295 \quad d_4 = (\text{可変})$$

$$r_5 = \infty \text{ (絞り)} \quad d_5 = 0.700000$$

$$r_6 = 17.10251 \text{ (非球面)} \quad d_6 = 3.000000 \quad n_{d3} = 1.74077 \quad \nu_{d3} = 27.8$$

$$r_7 = 12.27490 \quad d_7 = 3.588289$$

$$r_8 = 120.61439 \text{ (非球面)} \quad d_8 = 6.504213 \quad n_{d4} = 1.49700 \quad \nu_{d4} = 81.6$$

$$r_9 = -11.29267 \text{ (非球面)} \quad d_9 = (\text{可変})$$

$$r_{10} = -15.22807 \text{ (非球面)} \quad d_{10} = 2.430000 \quad n_{d5} = 1.84666 \quad \nu_{d5} = 23.8$$

$$r_{11} = -12.95740 \quad d_{11} = 2.488967$$

$$r_{12} = -14.04508 \text{ (非球面)} \quad d_{12} = 1.650000 \quad n_{d6} = 1.74100 \quad \nu_{d6} = 52.7$$

$$r_{13} = -1381.78078$$

ズーム間隔

f	38.90	63.00	102.49
d ₄	3.6900	13.6379	21.3135
d ₉	11.9212	5.4322	0.7770

非球面係数

第1面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.525673 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = -0.103955 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 0.513662 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = -0.105214 \times 10^{-10}$$

第3面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.859375 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = 0.119036 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -0.262707 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = 0.615198 \times 10^{-11}$$

第6面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.584914 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.101336 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 0.121361 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = -0.399212 \times 10^{-9}$$

第8面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.318414 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 0.151829 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -0.109722 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 0.259649 \times 10^{-9}$$

第9面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.903062 \times 10^{-7}$$

$$A_6 = -0.251294 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -0.620397 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0$$

第10面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.172263 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = -0.879896 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 0.660168 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -0.422676 \times 10^{-10}$$

第12面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.157850 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 0.713553 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -0.349518 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0.141283 \times 10^{-10}$$

【0057】

実施例3

$$f = 38.90 \sim 63.00 \sim 102.50$$

$$F_{No} = 4.49 \sim 4.84 \sim 5.51$$

$$\omega = 29.10^\circ \sim 18.95^\circ \sim 11.92^\circ$$

$$f_B = 8.1465 \sim 24.9036 \sim 50.4184$$

$$r_1 = 25.88441 \text{ (非球面)} \quad d_1 = 3.000000 \quad n_{d1} = 1.72916 \quad \nu_{d1} = 54.7$$

$$r_2 = -134.39800 \quad d_2 = 0.100000$$

$$r_3 = -419.78353 \quad d_3 = 1.850000 \quad n_{d2} = 1.80100 \quad \nu_{d2} = 35.0$$

$$r_4 = 36.93486 \text{ (非球面)} \quad d_4 = \text{(可変)}$$

$$r_5 = \infty \text{ (絞り)} \quad d_5 = 0.700000$$

$$r_6 = 18.12806 \text{ (非球面)} \quad d_6 = 3.000000 \quad n_{d3} = 1.69895 \quad \nu_{d3} = 30.1$$

$$r_7 = 14.00163 \quad d_7 = 3.170891$$

$$r_8 = -484.53231 \text{ (非球面)} \quad d_8 = 5.686798 \quad n_{d4} = 1.49700 \quad \nu_{d4} = 81.6$$

$$r_9 = -11.73312 \text{ (非球面)} \quad d_9 = \text{(可変)}$$

$$r_{10} = -15.27798 \text{ (非球面)} \quad d_{10} = 2.430000 \quad n_{d5} = 1.84666 \quad \nu_{d5} = 23.8$$

$$r_{11} = -13.01365 \quad d_{11} = 1.253472$$

$$r_{12} = -14.15786 \text{ (非球面)} \quad d_{12} = 1.650000 \quad n_{d6} = 1.72916 \quad \nu_{d6} = 54.7$$

$$r_{13} = 769.28220$$

ズーム間隔

f	38.90	63.00	102.50
d ₄	3.6900	11.8135	18.8888
d ₉	11.9860	5.5303	0.7770

非球面係数

第 1 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.296373 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.165440 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 0.591936 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = -0.638549 \times 10^{-12}$$

第 4 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.409524 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.230156 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 0.595887 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = -0.962000 \times 10^{-12}$$

第 6 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.608955 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.101161 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 0.904478 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -0.270076 \times 10^{-9}$$

第 8 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.278171 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 0.157960 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 0.519863 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0.137430 \times 10^{-9}$$

第 9 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.711250 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = -0.350560 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -0.145531 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0$$

第 10 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.142061 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.115449 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 0.996954 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -0.597049 \times 10^{-10}$$

第 12 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.443017 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 0.887543 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -0.531850 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0.183791 \times 10^{-10}$$

【0058】

実施例 4

$$f = 38.90 \sim 64.60 \sim 132.55$$

$$F_{N0} = 4.45 \sim 5.45 \sim 8.02$$

$$\omega = 29.09^\circ \sim 18.51^\circ \sim 9.28^\circ$$

$$f_B = 8.1678 \sim 26.7938 \sim 72.9799$$

$$r_1 = 39.80842 \text{ (非球面)} \quad d_1 = 3.000000 \quad n_{d1} = 1.60300 \quad \nu_{d1} = 65.5$$

$$r_2 = -34.07202 \quad d_2 = 0.100000$$

$$r_3 = -38.49500 \quad d_3 = 1.850000 \quad n_{d2} = 1.67790 \quad \nu_{d2} = 50.7$$

$$r_4 = 99.86819 \text{ (非球面)} \quad d_4 = (\text{可変})$$

$$r_5 = \infty \text{ (絞り)} \quad d_5 = 0.700000$$

$$r_6 = 16.40761 \text{ (非球面)} \quad d_6 = 3.496314 \quad n_{d3} = 1.75520 \quad \nu_{d3} = 27.5$$

$$r_7 = 12.03637 \quad d_7 = 4.073250$$

$$r_8 = 260.70426 \text{ (非球面)} \quad d_8 = 5.462459 \quad n_{d4} = 1.49700 \quad \nu_{d4} = 81.6$$

$$r_9 = -11.39110 \text{ (非球面)} \quad d_9 = (\text{可変})$$

$$r_{10} = -15.88023 \text{ (非球面)} \quad d_{10} = 2.430000 \quad n_{d5} = 1.84666 \quad \nu_{d5} = 23.8$$

$$r_{11} = -13.05299 \quad d_{11} = 0.868923$$

$$r_{12} = -14.39908 \text{ (非球面)} \quad d_{12} = 1.650000 \quad n_{d6} = 1.71992 \quad \nu_{d6} = 53.1$$

$$r_{13} = 187.56223$$

ズーム間隔

f	38.90	64.60	132.55
d ₄	3.7453	13.0557	23.4356
d ₉	13.9134	7.3537	1.3954

非球面係数

第 1 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.369384 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.201390 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 0.955882 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = 0.651815 \times 10^{-13}$$

第 4 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.438056 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.222638 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 0.793156 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = -0.151285 \times 10^{-11}$$

第 6 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.527052 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.890524 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 0.106263 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = -0.268781 \times 10^{-9}$$

第 8 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.330925 \times 10^{-4}$$

$$A_8 = -0.578278 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0.184818 \times 10^{-9}$$

第9面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.114008 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = -0.331717 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -0.392908 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0$$

第10面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.168018 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.127195 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 0.776293 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -0.421904 \times 10^{-10}$$

第12面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.278806 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = 0.104468 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -0.418803 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0.104664 \times 10^{-10}$$

【0059】

実施例5

$$f = 38.90 \sim 63.76 \sim 176.20$$

$$F_{No} = 4.45 \sim 5.38 \sim 10.66$$

$$\omega = 29.11^\circ \sim 18.73^\circ \sim 7.01^\circ$$

$$f_B = 8.1682 \sim 25.8711 \sim 101.8657$$

$$\begin{aligned} r_1 &= 39.41755 \text{ (非球面)} & d_1 &= 3.000000 & n_{d1} &= 1.60300 & \nu_{d1} &= 65.5 \\ r_2 &= -38.67280 & d_2 &= 0.100000 & & & & \\ r_3 &= -44.95027 & d_3 &= 1.850000 & n_{d2} &= 1.67790 & \nu_{d2} &= 50.7 \\ r_4 &= 86.39684 \text{ (非球面)} & d_4 &= \text{(可変)} & & & & \\ r_5 &= \infty \text{ (絞り)} & d_5 &= 0.700000 & & & & \\ r_6 &= 17.73835 \text{ (非球面)} & d_6 &= 3.000000 & n_{d3} &= 1.75520 & \nu_{d3} &= 27.5 \\ r_7 &= 13.52957 & d_7 &= 3.914785 & & & & \\ r_8 &= 1027.11475 \text{ (非球面)} & d_8 &= 6.123340 & n_{d4} &= 1.49700 & \nu_{d4} &= 81.6 \\ r_9 &= -11.45207 \text{ (非球面)} & d_9 &= \text{(可変)} & & & & \\ r_{10} &= -16.03689 \text{ (非球面)} & d_{10} &= 2.430000 & n_{d5} &= 1.84666 & \nu_{d5} &= 23.8 \\ r_{11} &= -13.24028 & d_{11} &= 0.986902 & & & & \\ r_{12} &= -14.57723 \text{ (非球面)} & d_{12} &= 1.650000 & n_{d6} &= 1.73211 & \nu_{d6} &= 53.5 \\ r_{13} &= 155.44298 & & & & & & \end{aligned}$$

ズーム間隔

f	38.90	63.76	176.20
d ₄	3.9414	12.9289	25.2711
d ₉	14.1370	8.0088	0.7770

非球面係数

第 1 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.369066 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.194068 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 0.103454 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = 0.443898 \times 10^{-12}$$

第 4 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.438368 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.225585 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 0.887736 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = -0.150114 \times 10^{-11}$$

第 6 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.551729 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.916230 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 0.108673 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = -0.264949 \times 10^{-9}$$

第 8 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.351889 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 0.380438 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -0.531284 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0.137428 \times 10^{-9}$$

第 9 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.107752 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.196017 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -0.245889 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0$$

第 10 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.183609 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.127147 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 0.790811 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -0.429998 \times 10^{-10}$$

第 12 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.279610 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = 0.104503 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -0.419592 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0.104060 \times 10^{-10}$$

【0060】

实施例 6

$$f = 35.77 \sim 50.50 \sim 68.50$$

$$F_{N0} = 2.88 \sim 3.66 \sim 4.52$$

$$\omega = 31.16^\circ \sim 23.19^\circ \sim 17.52^\circ$$

$$f_B = 8.0899 \sim 19.0526 \sim 32.1385$$

$$r_1 = 517.77500 \quad d_1 = 2.000000 \quad n_{d1} = 1.72151 \quad \nu_{d1} = 29.2$$

$r_2 =$	44.00391 (非球面)	$d_2 =$	0.120000		
$r_3 =$	20.68156	$d_3 =$	3.600000	$n_{d2} =$	1.77250 $\nu_{d2} =$ 49.6
$r_4 =$	79.99374	$d_4 =$	(可変)		
$r_5 =$	∞ (絞り)	$d_5 =$	0.700000		
$r_6 =$	19.15290 (非球面)	$d_6 =$	3.371112	$n_{d3} =$	1.80518 $\nu_{d3} =$ 25.4
$r_7 =$	14.56995	$d_7 =$	2.600000		
$r_8 =$	-90.65254 (非球面)	$d_8 =$	4.695293	$n_{d4} =$	1.49700 $\nu_{d4} =$ 81.6
$r_9 =$	-10.68862	$d_9 =$	(可変)		
$r_{10} =$	-15.21401 (非球面)	$d_{10} =$	2.430000	$n_{d5} =$	1.84666 $\nu_{d5} =$ 23.8
$r_{11} =$	-12.92559 (非球面)	$d_{11} =$	2.850000		
$r_{12} =$	-13.99499 (非球面)	$d_{12} =$	1.650000	$n_{d6} =$	1.69350 $\nu_{d6} =$ 50.8
$r_{13} =$	491.35330				

ズーム間隔

f	35.77	50.50	68.50
d_4	3.6900	10.7448	15.6562
d_9	10.0443	4.6912	0.7770

非球面係数

第 2 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.511096 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = 0.118094 \times 10^{-8}$$

$$A_8 = 0.951352 \times 10^{-11}$$

$$A_{10} = 0$$

第 6 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.761340 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.103714 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -0.218881 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -0.288105 \times 10^{-9}$$

第 8 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.306499 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 0.237361 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -0.380474 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 0.109291 \times 10^{-8}$$

第 10 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.302512 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.218136 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 0.297237 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -0.495078 \times 10^{-10}$$

第 11 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.117287 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 0.255880 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -0.158499 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0.545484 \times 10^{-12}$$

第 1 2 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.817768 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 0.522390 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -0.370928 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0.171407 \times 10^{-10}$$

【0061】

実施例 7

$$f = 29.20 \sim 38.40 \sim 48.50$$

$$F_{No} = 3.41 \sim 4.17 \sim 4.85$$

$$\omega = 36.61^\circ \sim 29.40^\circ \sim 24.03^\circ$$

$$f_B = 8.0873 \sim 15.6133 \sim 23.6724$$

$$r_1 = 425.50000 \quad d_1 = 2.000000 \quad n_{d1} = 1.68034 \quad \nu_{d1} = 31.7$$

$$r_2 = 23.83577 \text{ (非球面)} \quad d_2 = 0.120000$$

$$r_3 = 15.14929 \quad d_3 = 3.600000 \quad n_{d2} = 1.77250 \quad \nu_{d2} = 49.6$$

$$r_4 = 47.73625 \quad d_4 = \text{(可変)}$$

$$r_5 = \infty \text{ (絞り)} \quad d_5 = 0.700000$$

$$r_6 = 14.77875 \quad d_6 = 3.000000 \quad n_{d3} = 1.56255 \quad \nu_{d3} = 68.9$$

$$r_7 = 24.45556 \quad d_7 = 2.600000$$

$$r_8 = -14.04628 \text{ (非球面)} \quad d_8 = 4.518938 \quad n_{d4} = 1.49700 \quad \nu_{d4} = 81.6$$

$$r_9 = -7.51664 \quad d_9 = \text{(可変)}$$

$$r_{10} = -40.46094 \text{ (非球面)} \quad d_{10} = 2.430000 \quad n_{d5} = 1.84666 \quad \nu_{d5} = 23.8$$

$$r_{11} = -21.53449 \quad d_{11} = 2.082081$$

$$r_{12} = -12.69028 \text{ (非球面)} \quad d_{12} = 1.650000 \quad n_{d6} = 1.81117 \quad \nu_{d6} = 34.0$$

$$r_{13} = 177.00069$$

ズーム間隔

f	29.20	38.40	48.50
d ₄	3.6900	8.9596	12.9364
d ₉	6.1690	3.0086	0.7770

非球面係数

第 2 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.173022 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 0.641879 \times 10^{-7}$$

$$A_8 = 0.753061 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = 0$$

第 8 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.601026 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -0.374216 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -0.231852 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = -0.139288 \times 10^{-8}$$

第 1 0 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -0.319537 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = -0.791614 \times 10^{-7}$$

$$A_8 = 0.771038 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = -0.198293 \times 10^{-10}$$

第 1 2 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 0.111901 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 0.547549 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -0.299544 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0.313857 \times 10^{-10}$$

【0062】次に、上記実施例 1～7 の条件式 (1)、

(2) の値を示す。

実施例	ϕ_1 / ϕ_w	m_{3T} / m_{3W}
1	0.4497	2.11
2	0.3245	2.25
3	0.4539	2.21
4	0.3435	2.86
5	0.3259	3.77
6	0.4709	1.66
7	0.2558	1.53

【0063】以上の本発明の小型のズームレンズは、例えば次のように構成することができる。

〔1〕 物体側より順に、正屈折力の第 1 群、正屈折力の第 2 群、及び、負屈折力の第 3 群にて構成され、広角端から望遠端に変倍する際に、広角端を基準として、各群が物体側に移動し、第 1 群は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと正レンズとで構成され、第 2 群

$$0.1 < \phi_1 / \phi_w < 0.6$$

$$1.3 < m_{3T} / m_{3W} < 4$$

ただし、 ϕ_1 は広角端の第 1 群の合成屈折力、 ϕ_w は広角端の全系の屈折力、 m_{3W} は広角端での第 3 群の横倍率、 m_{3T} は望遠端の第 3 群の横倍率である。

【0064】〔2〕 物体側より順に、正屈折力の第 1 群、正屈折力の第 2 群、及び、負屈折力の第 3 群にて構成され、広角端から望遠端に変倍する際に、各群が物体側に移動し、第 1 群は、物体側に凸面を向けた正レンズと負レンズとで構成され、第 2 群は、開口絞りと物体側

$$0.1 < \phi_1 / \phi_w < 0.6$$

$$1.3 < m_{3T} / m_{3W} < 4$$

ただし、 ϕ_1 は広角端の第 1 群の合成屈折力、 ϕ_w は広角端の全系の屈折力、 m_{3W} は広角端での第 3 群の横倍率、 m_{3T} は望遠端の第 3 群の横倍率である。

【0065】〔3〕 前記第 2 群の第 1 レンズが負のメニスカスレンズにて構成されたことを特徴とする上記

〔1〕又は〔2〕記載の小型のズームレンズ。

【0066】〔4〕 前記第 2 群の第 1 レンズの物体側に非球面を使用したことを特徴とする上記〔1〕から

は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 1 レンズと像側に強い曲率の面を持つ正レンズの第 2 レンズとで構成され、第 3 群は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に強い曲率の面を持つ負レンズとで構成されると共に、各レンズ群に少なくとも 1 面の非球面を有し、以下の条件を満たすことを特徴とする小型のズームレンズ。

$$\dots (1)$$

$$\dots (2)$$

に凸面を向けたメニスカス形状の第 1 レンズと像側に強い曲率の凸面を向けた正レンズの第 2 レンズとで構成され、第 3 群は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に強い曲率の面を持つ負レンズとで構成されると共に、各レンズ群に少なくとも 1 面の非球面を有し、以下の条件を満たすことを特徴とする小型のズームレンズ。

$$\dots (1)$$

$$\dots (2)$$

〔3〕の何れか 1 項記載の小型のズームレンズ。

【0067】〔5〕 前記の広角端から望遠端への変倍に際し、前記第 1 群と前記第 2 群の間隔を広げると共に、前記第 2 群と前記第 3 群の間隔を狭めるように各群が移動することを特徴とする上記〔1〕から〔4〕の何れか 1 項記載の小型のズームレンズ。

【0068】〔6〕 前記第 2 群の第 2 レンズが以下の条件を満たすことを特徴とする上記〔1〕から〔5〕の

何れか 1 項記載の小型のズームレンズ。

$$\nu_d > 60$$

ただし、 ν_d は第 2 群の第 2 レンズの媒質のアッペ数である。

【0069】〔7〕 前記の各群がそれぞれ 2 枚のレンズのみから構成され、レンズ構成を 3 群 6 枚とすることによって広角端でのレンズ全長のコンパクト化を図ったことを特徴とする上記〔1〕から〔6〕の何れか 1 項記載の小型のズームレンズ。

【0070】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によると、物体側より順に、正屈折力の第 1 群、正屈折力の第 2 群、及び、負屈折力の第 3 群にて構成し、広角端から望遠端に変倍する際に、各群が物体側に移動し、前記の条件（1）、（2）を満たす構成であって、少ないレンズ枚数でありながらレンズ構成と非球面の効果的な使用により、大幅な小型化と高い性能を得ることが可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のズームレンズの実施例 1 の広角端、中間焦点距離、望遠端での光軸を含むレンズ断面図である。

【図 2】本発明のズームレンズの実施例 2 の図 1 と同様

... (3)

なレンズ断面図である。

【図 3】本発明のズームレンズの実施例 3 の図 1 と同様なレンズ断面図である。

【図 4】本発明のズームレンズの実施例 4 の図 1 と同様なレンズ断面図である。

【図 5】本発明のズームレンズの実施例 6 の図 1 と同様なレンズ断面図である。

【図 6】本発明のズームレンズの実施例 7 の図 1 と同様なレンズ断面図である。

【図 7】実施例 1 の収差図である。

【図 8】実施例 2 の収差図である。

【図 9】実施例 3 の収差図である。

【図 10】実施例 4 の収差図である。

【図 11】実施例 5 の収差図である。

【図 12】実施例 6 の収差図である。

【図 13】実施例 7 の収差図である。

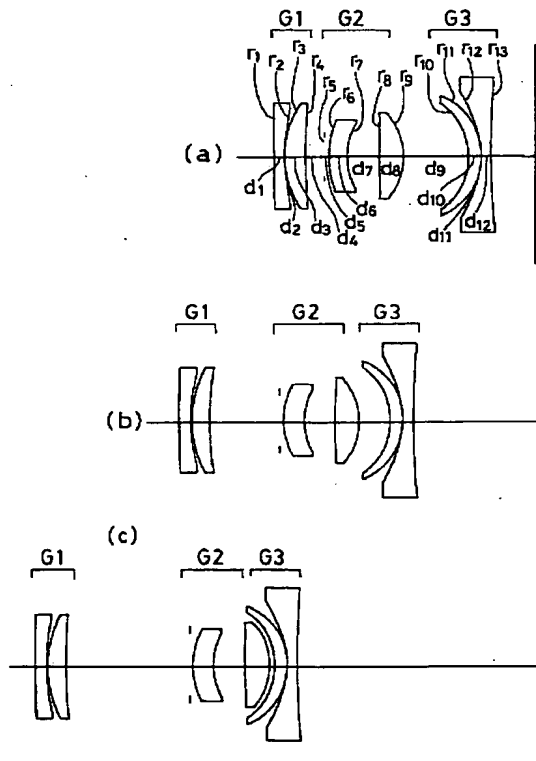
【符号の説明】

G 1…第 1 レンズ群

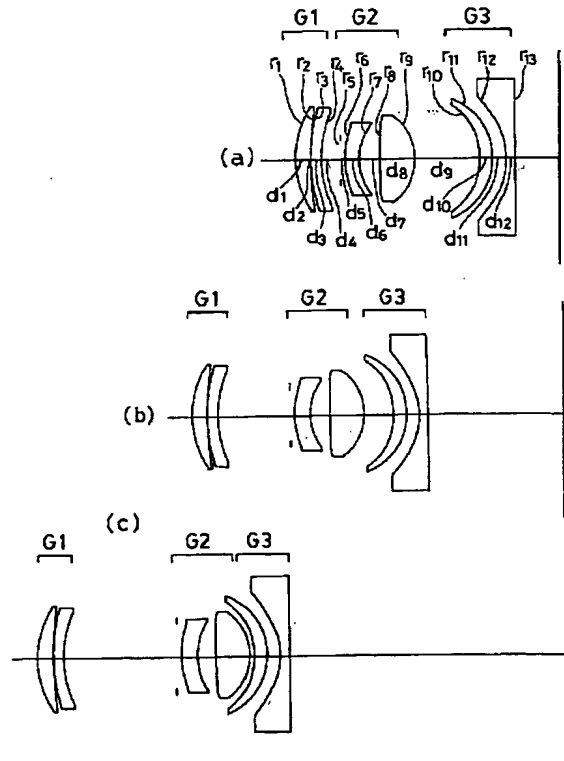
G 2…第 2 レンズ群

G 3…第 3 レンズ群

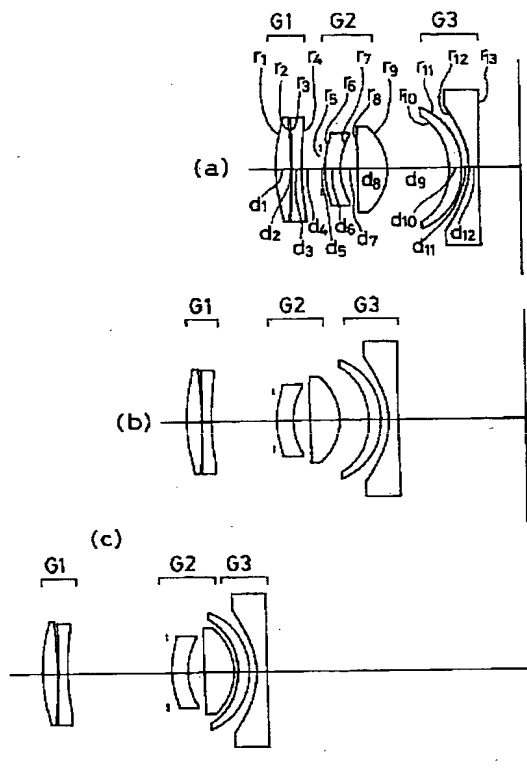
【図 1】



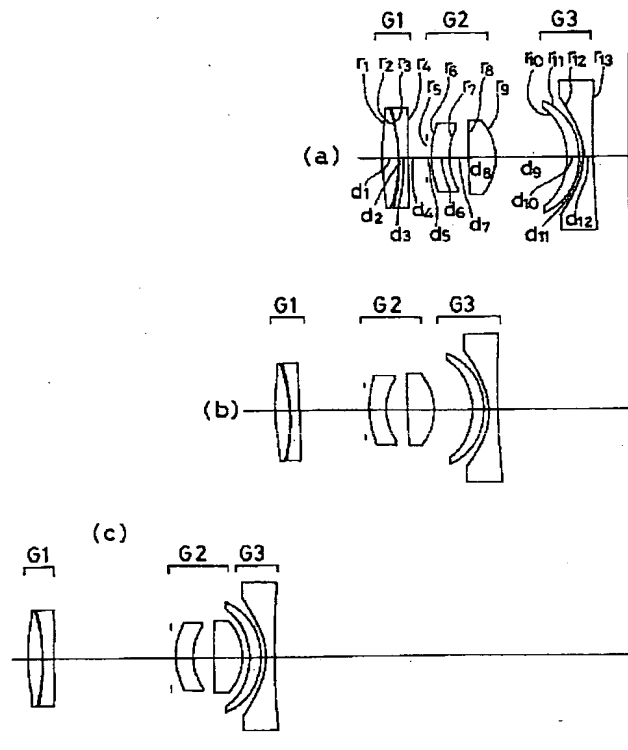
【図 2】



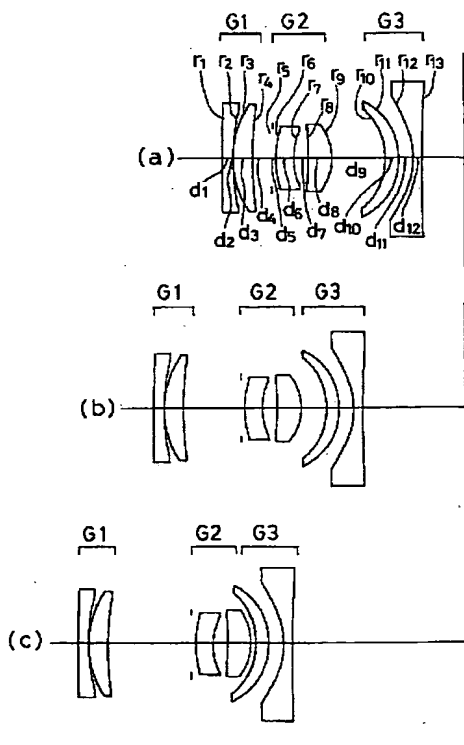
【図 3】



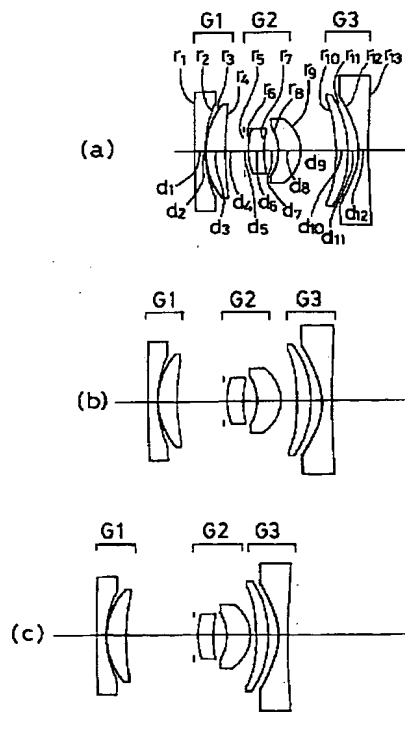
【図 4】



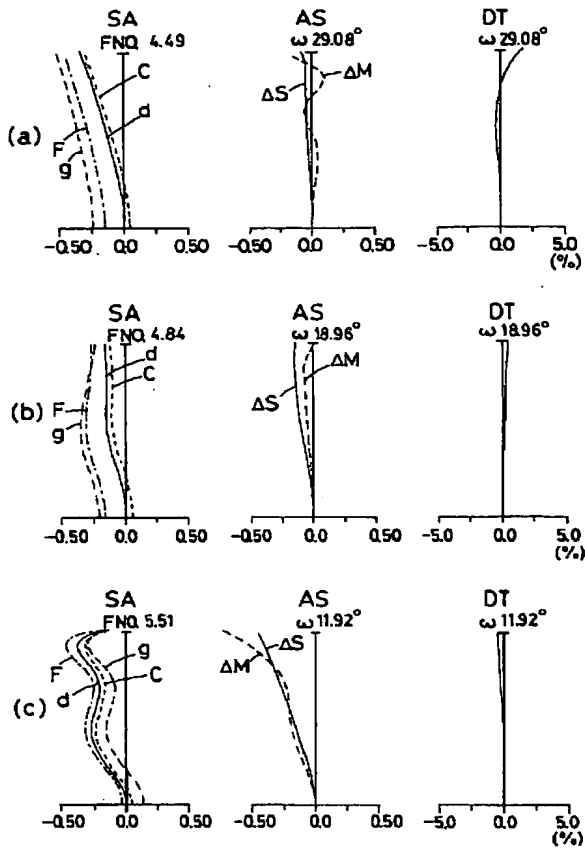
【図 5】



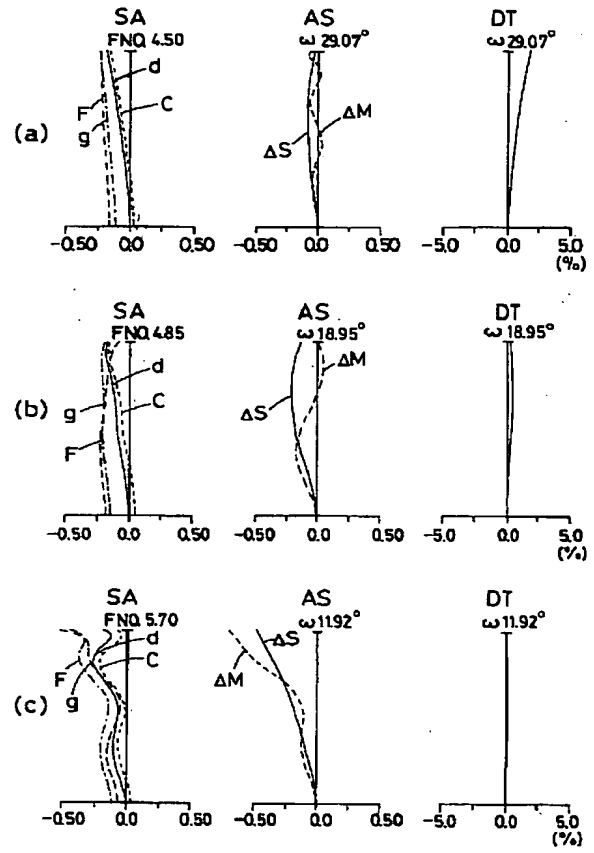
【図 6】



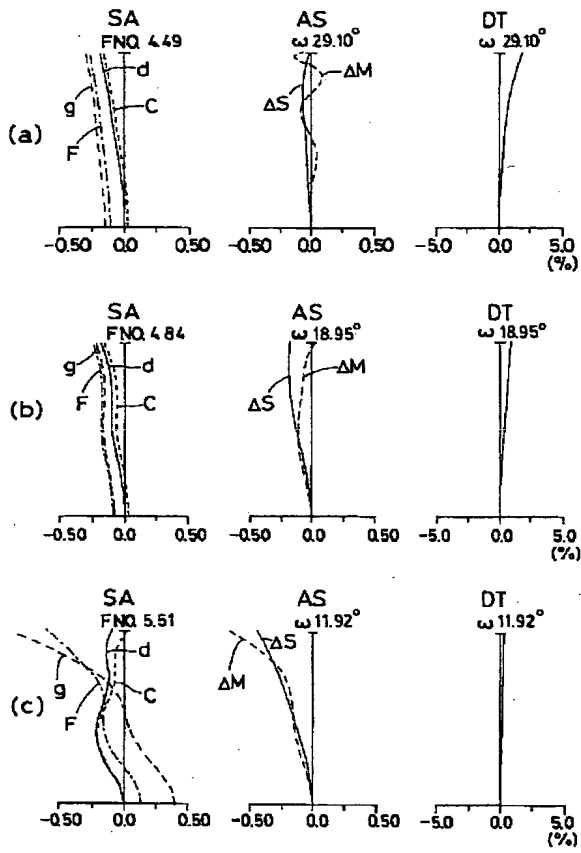
【図7】



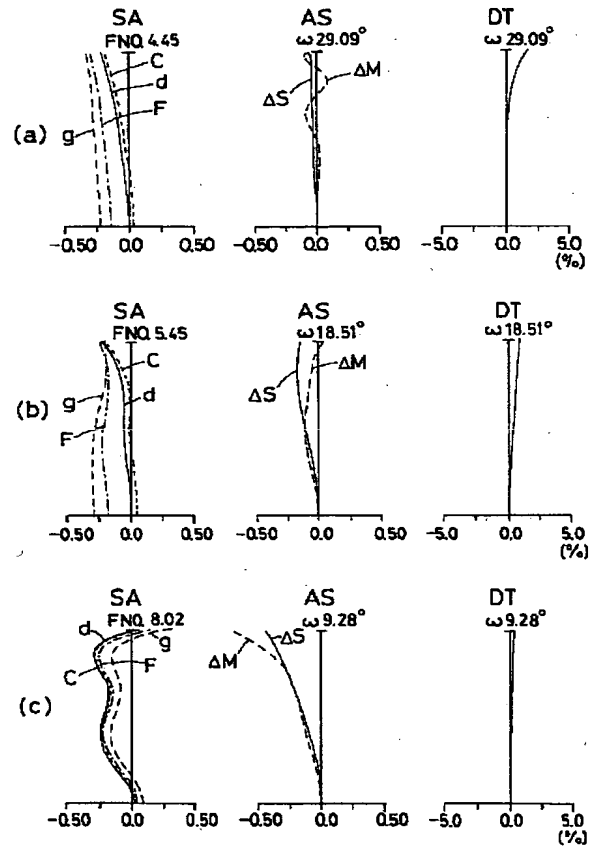
【図8】



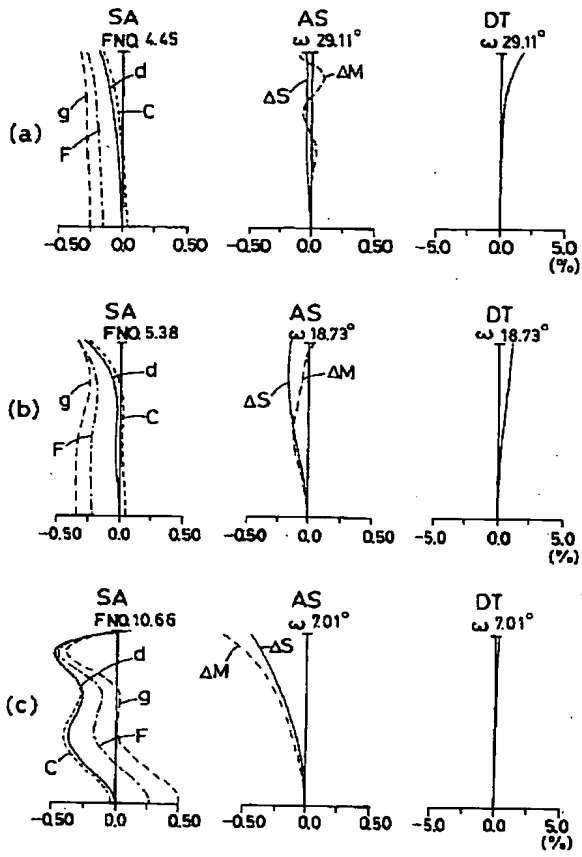
【図9】



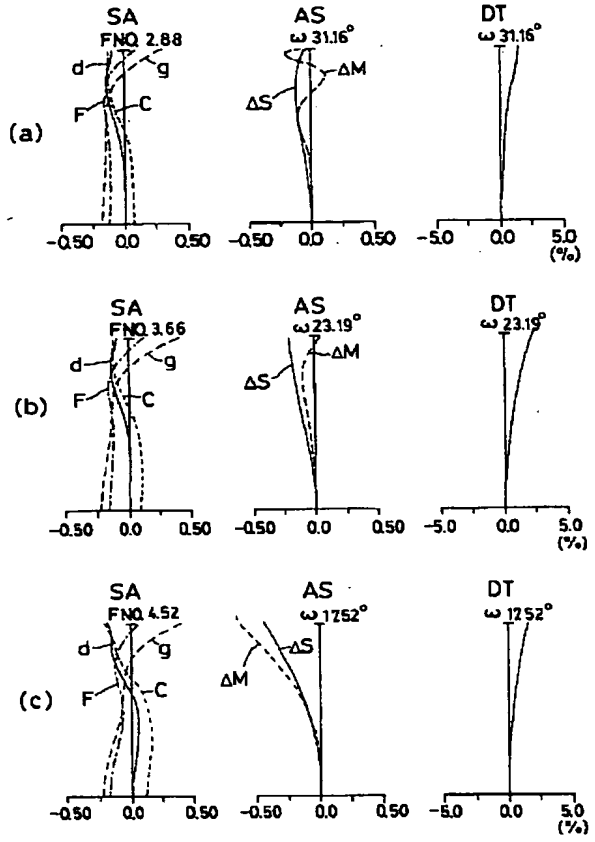
【図10】



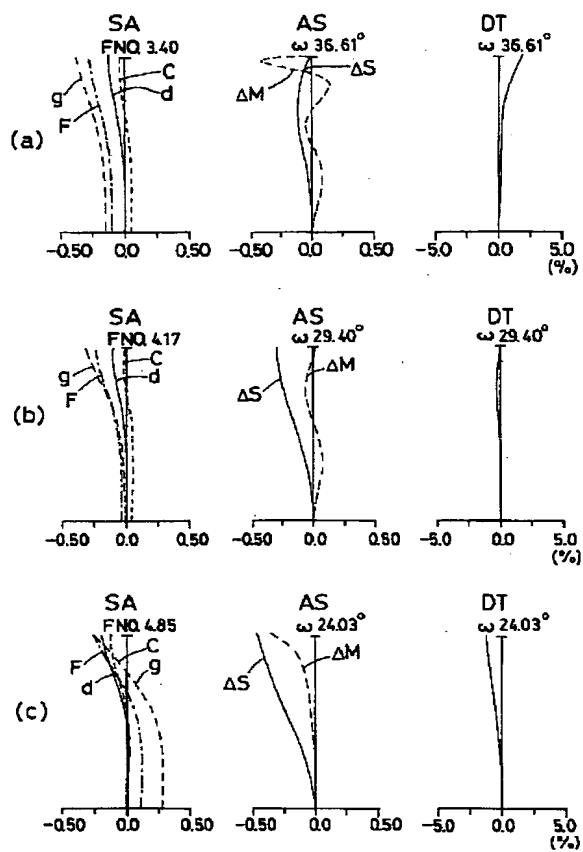
【図 11】



【図 12】



【図13】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第2区分

【発行日】平成15年2月26日(2003.2.26)

【公開番号】特開平11-119098

【公開日】平成11年4月30日(1999.4.30)

【年通号数】公開特許公報11-1191

【出願番号】特願平9-280055

【国際特許分類第7版】

G02B 15/20

13/18

【FI】

G02B 15/20

13/18

【手続補正書】

【提出日】平成14年11月25日(2002.11.25)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に、正屈折力の第1群、正屈折力の第2群、及び、負屈折力の第3群にて構成さ

$$0.1 < \phi_1 / \phi_w < 0.6$$

$$1.3 < m_{3T} / m_{3W} < 4$$

ただし、 ϕ_1 は広角端の第1群の合成屈折力、 ϕ_w は広角端の全系の屈折力、 m_{3W} は広角端での第3群の横倍率、 m_{3T} は望遠端の第3群の横倍率である。

【請求項2】 物体側より順に、正屈折力の第1群、正屈折力の第2群、及び、負屈折力の第3群にて構成され、広角端から望遠端に変倍する際に、各群が物体側に移動し、第1群は、物体側に凸面を向けた正レンズと負レンズとで構成され、第2群は、開口絞りと物体側に凸

$$0.1 < \phi_1 / \phi_w < 0.6$$

$$1.3 < m_{3T} / m_{3W} < 4$$

ただし、 ϕ_1 は広角端の第1群の合成屈折力、 ϕ_w は広角端の全系の屈折力、 m_{3W} は広角端での第3群の横倍率、 m_{3T} は望遠端の第3群の横倍率である。

【請求項3】 前記第2群の第1レンズが負のメニスカスレンズにて構成されたことを特徴とする請求項1又は2記載の小型のズームレンズ。

【請求項4】 前記第2群の第1レンズの物体側面に非球面を使用したことを特徴とする請求項1から3の何れか1項記載の小型のズームレンズ。

$$v_d > 60$$

ただし、 v_d は第2群の第2レンズの媒質のアッペ数である。

れ、広角端から望遠端に変倍する際に、広角端を基準として、各群が物体側に移動し、第1群は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと正レンズとで構成され、第2群は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第1レンズと物体側よりも像側に強い曲率の面を持つ正レンズの第2レンズとで構成され、第3群は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと像側よりも物体側に強い曲率の面を持つ負レンズとで構成されると共に、各レンズ群に少なくとも1面の非球面を有し、以下の条件を満たすことを特徴とする小型のズームレンズ。

$$\dots (1)$$

$$\dots (2)$$

面を向けたメニスカス形状の第1レンズと物体側よりも像側に強い曲率の凸面を向けた正レンズの第2レンズとで構成され、第3群は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと像側よりも物体側に強い曲率の面を持つ負レンズとで構成されると共に、各レンズ群に少なくとも1面の非球面を有し、以下の条件を満たすことを特徴とする小型のズームレンズ。

$$\dots (1)$$

$$\dots (2)$$

【請求項5】 前記の広角端から望遠端への変倍に際し、前記第1群と前記第2群の間隔を広げると共に、前記第2群と前記第3群の間隔を狭めるように各群が移動することを特徴とする請求項1から4の何れか1項記載の小型のズームレンズ。

【請求項6】 前記第2群の第2レンズが以下の条件を満たすことを特徴とする請求項1から5の何れか1項記載の小型のズームレンズ。

$$\dots (3)$$

【請求項7】 前記の各群がそれぞれ2枚の単レンズのみから構成され、レンズ構成を3群6枚とすることによ

って広角端でのレンズ全長のコンパクト化を図ったことを特徴とする請求項1から6の何れか1項記載の小型のズームレンズ。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0004

【補正方法】変更

【補正内容】

【0004】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明の小型のズームレンズは、物体側より順に、正屈折力

$$0.1 < \phi_1 / \phi_w < 0.6$$

$$1.3 < m_{3T} / m_{3W} < 4$$

ただし、 ϕ_1 は広角端の第1群の合成屈折力、 ϕ_w は広角端の全系の屈折力、 m_{3W} は広角端での第3群の横倍率、 m_{3T} は望遠端の第3群の横倍率である。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正内容】

【0005】本発明のもう1つの小型のズームレンズ

は、物体側より順に、正屈折力の第1群、正屈折力の第2群、及び、負屈折力の第3群にて構成され、広角端か

$$0.1 < \phi_1 / \phi_w < 0.6$$

$$1.3 < m_{3T} / m_{3W} < 4$$

ただし、 ϕ_1 は広角端の第1群の合成屈折力、 ϕ_w は広角端の全系の屈折力、 m_{3W} は広角端での第3群の横倍率、 m_{3T} は望遠端の第3群の横倍率である。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

の第1群、正屈折力の第2群、及び、負屈折力の第3群にて構成され、広角端から望遠端に変倍する際に、広角端を基準として、各群が物体側に移動し、第1群は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと正レンズとで構成され、第2群は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第1レンズと物体側よりも像側に強い曲率の面を持つ正レンズの第2レンズとで構成され、第3群は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと像側よりも物体側に強い曲率の面を持つ負レンズとで構成されると共に、各レンズ群に少なくとも1面の非球面を有し、以下の条件を満たすことを特徴とするものである。

$$\dots (1)$$

$$\dots (2)$$

ら望遠端に変倍する際に、各群が物体側に移動し、第1群は、物体側に凸面を向けた正レンズと負レンズとで構成され、第2群は、開口絞りと物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第1レンズと物体側よりも像側に強い曲率の凸面を向けた正レンズの第2レンズとで構成され、第3群は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと像側よりも物体側に強い曲率の面を持つ負レンズとで構成されると共に、各レンズ群に少なくとも1面の非球面を有し、以下の条件を満たすことを特徴とするものである。

$$\dots (1)$$

$$\dots (2)$$

【補正内容】

【0006】以下、本発明において上記構成をとる理由と作用を説明する。近年におけるコンパクトカメラ用ズームレンズは、一眼レフレックスカメラ用に比べると、大幅に望遠側口径比を小さくしている。すなわち、レンズ構成枚数削減によって小型軽量化を実現している。